

RESULTADOS DEL CONTROL DOSIMETRICO INDIVIDUAL EN LAS PRACTICAS DE MEDICINA NUCLEAR, GAMMATERAPIA Y ROENTGENTERAPIA EN EL PERIODO 1987-1992.

SUAREZ R.C.; DIAZ E.; ARADO J.O.; LOPEZ G.M.; MORALES J.A.
Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones.Cuba.

RESUMEN

El trabajo describe los métodos empleados en el control dosimétrico individual de la exposición de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes realizado centralizadamente por el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones y presenta los resultados obtenidos durante el período 1987-1992 en las prácticas de Medicina Nuclear, Gammaterapia y Roentgenterapia. Se constató que las dosis efectivas medias anuales por radiación externa no superan los 5 mSv, mientras que las dosis efectivas comprometidas medias producto de la incorporación de sustancias radiactivas al organismo es inferior a 1 mSv. Se observó que la distribución de dosis presenta un carácter logarítmico-normal para las prácticas de Medicina Nuclear y Gammaterapia, mientras que para la práctica de Roentgenterapia se caracterizó por tener más de un 95% del personal controlado con dosis recibidas inferior a 5 mSv.

ABSTRACT

The characteristics of the individual radiological surveillance, performed by the Center for Radiation Protection and Hygiene, are described. The results of personal monitoring in the 1987-1992 period for the nuclear medicine, gamma radiotherapy and roentgenterapy groups of workers are presented. In this period average annual effective dose was smaller than 5 mSv, while the average committed effective dose was bellow 1 mSv. Dose distribution had a lognormal character for the nuclear medicine and gamma radiotherapy groups of workers. In the roentgenterapy group more than 95 % of controlled workers received annual effective dose smaller than 5 mSv.

INTRODUCCION

El Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) realiza centralizadamente desde 1987 el control dosimétrico individual de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes (TOE) en las prácticas de Medicina Nuclear, Gammaterapia y Roentgenterapia. El servicio brindado incluye el control de la exposición externa mediante el empleo de dosímetros filmicos y el control de la contaminación interna por ^{131}I con mediciones in vivo para los TOE de Medicina Nuclear.

El objetivo del servicio de dosimetría personal es evaluar la dosis que reciben los TOE y velar que no sean superados los límites permisibles recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y establecidos en la legislación vigente en el país [1,2].

En el trabajo se exponen los métodos empleados en el servicio y se presentan los resultados obtenidos durante el período 1987-1992. Se realiza además, una caracterización por aplicaciones de las distribuciones de dosis por exposición externa.

MATERIALES Y METODOS

El control dosimétrico de la irradiación externa se llevó a cabo con la utilización de dosímetros filmicos. La caseta dosimétrica comercial de tipo "cuerpo entero" utilizada fue el modelo PD-1 de la firma checa VD DIPRA. El tipo de película empleada en el control fue hasta mediados del año 1991 el modelo ORWO RD 3-4 producida en la antigua República Democrática Alemana, el cual fue sustituido por el modelo Personal Monitoring 2/10 de la firma belga AGFA-GEVAERT.

La calibración con fotones se realizó en un haz calibrado de ^{137}Cs (la incertidumbre total σ en la distancia de referencia fue inferior a 5%). Se irradió con ángulo de incidencia 0° respecto a la normal de la película y la estimación de energía se realizó a partir de los cocientes de la dosis aparente que se obtiene en los sectores bajo los diferentes filtros. El intervalo de medición para radiación X se encuentra desde 0.06 mSv hasta 300 mSv y para radiación gamma desde 0.2 mSv hasta 3 Sv. Para la determinación de la contaminación interna por ^{131}I se realizaron mediciones "in vivo" con la utilización hasta el año 1991 de un detector de centelleo de NaI(Tl) de dimensiones 63 x 63 mm, mientras en el año 1992 se empleó uno de 40 x 40 mm. El espectro fue colectado en un analizador de 1024 canales. La calibración del sistema se realizó con un simulador (fantoma) de cuello de un material tejido equivalente y fuentes radiactivas del radionúclido en cuestión, con un error en la actividad nominal de $\pm 15\%$. El error en la medición de la actividad se estimó en 25% para un intervalo de confianza del 95%. Para el cálculo de dosis por contaminación interna se utilizaron los modelos metabólicos recomendados por la CIPR [3,4,5].

El servicio de dosimetría filmica realizó el intercambio de películas mensualmente hasta el año 1990. A partir de 1991 y sobre la base de una propuesta de optimización del Servicio, se extendió el período de control a 3 meses. En el servicio de dosimetría interna el contenido en tiroides de ^{131}I se controló mensualmente. La información obtenida se almacenó en bases de datos y se le envió al término de cada período de control, un informe a la entidad empleadora de cada trabajador con el resultado del control dosimétrico.

La evaluación de la distribución de las dosis recibidas en cada práctica debido a la exposición externa, se realizó por bandas o gamas de dosis cuya amplitud varió en 1 mSv para valores entre 3 y 10 mSv, 5 mSv entre 10 y 20 mSv y 10 mSv para valores superiores a 20 mSv. Para cada gama de dosis se determinó la frecuencia relativa acumulativa, FAg, la dosis efectiva colectiva en la gama, Hcg y la fracción de la dosis efectiva colectiva por encima de la gama de dosis en cuestión, Fg.

Con vistas a evaluar el carácter de la distribución de dosis en las diferentes

aplicaciones, se verificó en cada caso si los resultados de la frecuencia relativa acumulativa FAg se correspondían con una distribución logarítmico normal [6]. Para ello se realizó un ajuste por regresión lineal entre los valores de FAg y el logaritmo natural del extremo superior de dosis en la gama, Hg. A partir del ajuste, se calcularon la media μ y varianza σ^2 de la distribución log-normal así como los valores de frecuencia relativa acumulativa esperados en cada gama, empleando para ello la distribución estándar normalizada [7]. Se aplicó la prueba no paramétrica de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para un nivel de confianza de 0.95 como criterio para el establecimiento del carácter logarítmico-normal de la distribución. En los casos en que la prueba confirmaba la hipótesis de logaritmo-normalidad, se compararon los valores reales de dosis colectiva en cada gama con los calculados a partir de los parámetros de la distribución logarítmico-normal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de dosis efectivas medias por práctica ocupacional (Tabla 1) evidencian que las prácticas de mayor dosis media son las de Medicina Nuclear y Gammaterapia. En ninguno de los casos se sobrepasa el valor de 5 mSv y la dosis media en estos años oscila entre 0.7 y 4.4 mSv.

Es necesario señalar que a los trabajadores, cuyos dosímetros no sobrepasan el nivel de velo (nivel mínimo de detección) se le asigna una dosis igual a 0.06 mSv para los trabajos con rayos X y 0.2 mSv para el resto de los trabajos. Esto significa para un intercambio mensual de películas, valores de dosis anuales de hasta 0.7 mSv y 2.4 mSv respectivamente. Para un intercambio trimestral estos valores de dosis disminuyen en tres veces, lo cual explica la disminución en algunos casos de la dosis efectiva media en los años 1991 y 1992 con respecto a los anteriores.

En cuanto al monitoreo personal de la contaminación interna en todos los años se detectaron incorporaciones de ^{131}I en el organismo de los TOE en más del 45% de las mediciones realizadas (Tabla 2), incrementándose este parámetro en el transcurso de estos años.

Tabla 1 : Resultados del control dosimétrico individual por dosimetría filmica.

Año	Prácticas Ocupacionales	Número de TOE controlados	Dosis efectiva media (mSv)	Dosis colectivas (Sv-h)	TOE con dosis superiores a 15 mSv	Dosis máxima (mSv)
1987	Medicina Nuclear	128	3.21	0.411	1	16.6
1988		124	3.16	0.392	0	14.0
1989		141	4.33	0.611	4	24.3
1990		168	3.89	0.654	3	25.1
1991		217	2.44	0.530	1	15.3
1992		153	3.25	0.498	4	34.8
1987	Gammaterapia	168	3.19	0.536	1	16.8
1988		169	3.60	0.609	2	16.1
1989		175	3.59	0.628	4	21.4
1990		151	4.06	0.613	5	42.7
1991		172	2.39	0.411	2	17.1
1992		186	1.94	0.360	1	26.3
1987	Roentgenterapia	15	2.49	0.037	0	4.8
1988		18	1.28	0.023	0	3.3
1989		35	1.42	0.050	1	16.7
1990		8	0.72	0.006	0	0.7
1991		17	2.55	0.043	0	14.2
1992		19	1.34	0.025	0	11.4

La dosis equivalente comprometida media oscila en el intervalo entre 2.5 y 28.8 mSv. Los valores de las dosis efectivas comprometidas medias cumplen con el intervalo de dosis media normal de 0-10 mSv recomendado por el Comité Científico de las Naciones Unidas [8], no superando el nivel de 1 mSv.

El comportamiento de la dosis colectiva está en relación directa con el número de TOE en cada práctica lo cual se observa en el período de 1987 a 1990. En general, para todos los años estudiados la dosis colectiva no sobrepasa los 0.65 Sv-hombre. Solamente 29 trabajadores de un total de 2064 han excedido los 3/10 del límite permisible de dosis anual; las prácticas de Medicina Nuclear (13) y Gammaterapia (15) presentan la mayor cantidad de casos. Ningún trabajador ha sobrepasado el límite permisible de dosis de 50 mSv establecido para un año.

Con relación al carácter de la distribución de dosis, la hipótesis de igualdad entre la distribución real y la distribución teórica log-normal, sometida a la prueba Kolmogorov-Smirnov, fue aceptada únicamente en los casos de Medicina Nuclear y Gammaterapia.

En las aplicaciones de Medicina Nuclear y Gammaterapia se observa una correspondencia de las distribuciones reales con la logarítmica-normal hasta valores de dosis que oscilan entre 10 y 20 mSv. La comparación entre los valores de Hcg reales y calculados, mostró (en la gama inferior a 3 mSv) valores reales hasta aproximadamente 3 veces superiores a los calculados. En el resto de las gamas las desviaciones son de $\pm 80\%$ aproximadamente.

Los valores de dosis efectivas medias anuales

Tabla 2 : Resultados del control dosimétrico individual por dosimetría interna para ¹³¹I.

Año	Número de TOE controlados	Mediciones realizadas	Por ciento de incorporación detectadas	Dosis Equival comprometida media (mSv)	Dosis efectiva comprometida media (mSv)
1987	66	221	49.3	2.98	0.09
1988	97	614	62.7	9.85	0.30
1989	82	387	51.4	18.27	0.54
1990	83	199	74.8	2.50	0.08
1991	104	234	76.0	28.76	0.75
1992	82	112	96.4	12.78	0.43

recibidas por los TOE en ningún caso sobrepasan los 5 mSv, valor para el cual la frecuencia acumulativa resulta en todas las aplicaciones superior al 80%.

No se observan tendencias significativas de aumento en las dosis medias con los años en ninguna de las aplicaciones. Esta situación refleja la efectividad de las medidas de protección radiológica implementadas en cada práctica y del sistema de supervisión en su conjunto.

CONCLUSIONES

Se comprobó, para cada práctica ocupacional estudiada, que la dosis efectiva media por irradiación externa en todos los años no sobrepasa en ningún caso los 5 mSv y de manera general oscila entre 0.7 y 4.3 mSv. Las dosis equivalentes efectivas comprometidas medias, producto de la contaminación interna, están por debajo de 1 mSv. Los límites de dosis establecidos por la legislación vigente en el país son cumplidos en las prácticas.

La distribución de las dosis recibidas en la práctica Roentgenterapia no presenta carácter funcional definido y se caracteriza por tener más de un 95% del personal controlado recibiendo una dosis inferior a 4 mSv. En las prácticas de Medicina Nuclear y Gammaterapia la distribución presenta un carácter logarítmico normal hasta valores de dosis que van de 10 a 20 mSv.

REFERENCIAS

Reglas Básicas de Seguridad. NC-6901/81. Comité Estatal de Normalización. La Habana, 1981.

International Commission on Radiological Protection. Publication 26. Recommendations of the ICRP. Annals of the ICRP, 1977.

International Commission on Radiological Protection. Publication 30. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. Annals of the ICRP 2. 1979.

Assessment of Radiactive Contamination in Man, STI/PUB 674. OIEA, Viena, 1985.

International Commission on Radiological Protection. Publication 54. Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation, 1988.

Comité Científico de las Naciones Unidas, Informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de las Radiaciones Atómicas. Naciones Unidas. Nueva York 1977.

Ostel Bernard Estadística Aplicada. Editorial Científico-Técnica. La Habana, 1974.

United Nations. Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1982. Report to the General Assembly, with Annexes. United Nations Sales Publication E 88. IX.7. United Nations, New York, 1988.